

Hubungan Nilai Konsolidasi dan Nilai Kuat Tekan Bebas pada Tanah Lempung yang Disubstitusi Material Pasir

Dedy Kurniawan¹⁾

Iswan²⁾

Setyanto³⁾

Abstract

This study was conducted to determine the behavior of reduction and compressive strength in clay which is substituted with sand material and to see the correlation between the value of consolidation and the compressive strength on the soil. Because the clay when getting loading there will be a significant reduction in soil that affects the reduction in carrying capacity or compressive strength of the soil. In this study used clay from the village of Belimbing Sari, Jabung district, East Lampung with the coordinates of 105° 39 '10.74 "T and 5 ° 31' 44.26" S.

The research was done by testing on samples without a mixture of clay and the clay soil mixed with sand with varying amounts of sand mixture of 10%, 20%, and 30%. Testing was conducted on a standard compaction test to find the optimum water content, consolidation testing to find the value of the coefficient of consolidation (Cv), compression index (Cc) and coefficient of compression (Av) and compressive strength testing are free to seek the compressive strength on the soil.

Based on the results of this study can be seen in the behavior of a mixture of clay and sand without once mixed with sand material that is an increase in the value of the coefficient of consolidation (Cv), a decrease in the value of compression index (Cc) and coefficient of compression (Av) and an increase in the compressive strength (qu) in the clay soil. Value increases and decreases that occur without a mixture of clay and after mixed variations mixture of 10%, 20%, and 30% tend to be stable. From this study it can be concluded that the value of consolidation and strong correlation press substituted clay with sand material that is smaller then the consolidation of soil compressive strength will be greater as well.

Keywords: Soil Clay, Sand, Consolidation, Soil Compressive Strength

Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perilaku penurunan dan kuat tekan pada tanah lempung yang disubstitusi dengan material pasir serta untuk melihat hubungan antara nilai konsolidasi dan nilai kuat tekan pada tanah tersebut. Karena pada tanah lempung apabila mendapat pembebanan maka akan terjadi penurunan yang signifikan pada tanah yang mempengaruhi berkurangnya daya dukung atau kuat tekan tanah tersebut. Pada penelitian ini tanah lempung yang digunakan berasal dari desa Belimbing Sari Kec. Jabung, Lampung Timur dengan titik koordinat 105° 39' 10.74" T dan 5° 31' 44.26" S.

Penelitian ini dilakukan dengan cara pengujian pada sampel tanah lempung tanpa campuran dan pada tanah lempung yang dicampur pasir dengan variasi jumlah campuran pasir sebesar 10%, 20% dan 30%. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian pemadatan standar untuk mencari nilai kadar air optimumnya, pengujian konsolidasi untuk mencari nilai koefisien konsolidasi (Cv), indeks pemampatan (Cc) dan koefisien pemampatan (Av) serta pengujian kuat tekan bebas untuk mencari nilai kuat tekan pada tanah tersebut.

¹⁾ Mahasiswa pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung.

²⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung. 35145.

³⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung.

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat dilihat perilaku tanah lempung tanpa campuran pasir dan setelah dicampur dengan material pasir yaitu terjadi peningkatan pada nilai koefisien konsolidasi (C_v), penurunan pada nilai indeks pemampatan (C_c) dan koefisien pemampatan (A_v) serta peningkatan pada nilai kuat tekan (q_u) pada tanah lempung tersebut. Nilai peningkatan dan penurunan yang terjadi dari tanah lempung tanpa campuran dan setelah dicampur variasi campuran 10%, 20%, 30% cenderung stabil. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa hubungan nilai konsolidasi dan kuat tekan tanah lempung yang disubstitusi dengan material pasir yaitu semakin kecil penurunan yang terjadi maka kuat tekan tanahnya akan semakin besar juga.

Kata kunci :Tanah Lempung, Pasir, Penurunan Tanah, Kuat Tekan Tanah

1. PENDAHULUAN

Mendirikan bangunan di atas tanah lempung akan menimbulkan beberapa permasalahan, diantaranya kuat tekan tanah dan penurunan tanah. Terjadinya penurunan (konsolidasi) tanah apabila mengalami pembebanan di atasnya maka tekanan air pori akan naik sehingga air-pori ke luar yang menyebabkan berkurangnya volume tanah, oleh karena itu akan terjadi penurunan signifikan pada tanah yang akan mempengaruhi berkurangnya daya dukung tanah untuk menahan beban yang ada di atas tanah tersebut.

Pada tanah lempung jika menerima beban di atasnya akan mengalami penurunan yang tinggi. Dalam waktu lama hal ini dapat menyebabkan terjadinya kerusakan pada bangunan akibat penurunan yang berlebihan. Tanah lempung merupakan jenis tanah yang berbutir halus yang mempunyai nilai daya dukung yang rendah dan sangat sensitif terhadap perubahan kadar air, yaitu mudah terjadi perubahan volume dan kembang susut. Hal ini sangat tidak menguntungkan bila tanah lempung digunakan sebagai tanah dasar untuk menopang suatu bangunan. Maka salah satu cara untuk mengatasi masalah tersebut, perlu dilakukan penelitian tentang perilaku tanah lempung tersebut dengan pengujian konsolidasi dan pengujian kuat tekan.

Untuk mengetahui pengaruh dari pencampuran pasir terhadap perilaku penurunan dan kuat tekan tanah lempung Desa Belimbing Sari Kabupaten Lampung Timur, dilakukan pengujian Konsolidasi dan kuat tekan yang disubstitusi dengan material pasir. Pada pengujian ini, variasi pencampuran pasir dibuat berbeda-beda yaitu dengan presentase 10 % , 20 % dan 30 % dengan tujuan untuk mengetahui perbandingan penurunan dan kuat tekan pada tiap variasi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanah Lempung.

Tanah lempung merupakan agregat partikel-partikel berukuran mikroskopik dan submikroskopik yang berasal dari pembusukan kimiawi unsur-unsur penyusun batuan, dan bersifat plastis dalam selang kadar air sedang sampai luas. Dalam keadaan kering sangat keras, dan tak mudah terkelupas hanya dengan jari tangan. Permeabilitas lempung sangat rendah (*Terzaghi, 1987*). Pelapukan kimiawi menghasilkan pembentukan kelompok-kelompok partikel yang berukuran koloid ($< 0,002$ mm) yang dikenal sebagai mineral lempung.

Sifat yang khas dari tanah lempung adalah dalam keadaan kering akan bersifat keras, dan jika basah akan bersifat lunak plastis, dan kohesif, mengembang dan menyusut dengan cepat, sehingga mempunyai perubahan volume yang besar dan itu terjadi karena pengaruh air. Lempung merupakan tanah berbutir halus koloidal yang tersusun dari mineral-mineral

yang dapat mengembang. Lempung ekspansif memiliki sifat khusus yaitu kapasitas pertukaran ion yang sangat tinggi yang apabila terjadi perubahan kadar air. Jika kadar air bertambah, tanah lempung ekspansif akan mengembang disertai dengan kenaikan tekanan air pori dan tekanan pengembangannya. Sebaliknya, jika kadar air turun sampai dengan batas susutnya, lempung ekspansif akan mengalami penyusutan yang cukup tinggi. (Bowles, 1989)

2.2. Pasir.

Secara partikel, ukuran partikel pasir besar dan sama atau seragam, bentuknya bervariasi dari bulat sampai persegi. Bentuk-bentuk yang dihasilkan dari abrasi dan pelarutan adalah sehubungan dengan jarak transportasi sedimen. Perilaku terjadinya massa disebabkan oleh jarak pori di antara butiran masing-masing yang bersentuhan.

Mineral pasir yang lebih dominan adalah kwarsa yang pada dasarnya stabil, lemah dan tidak dapat merubah bentuk. Pada suatu saat, pasir dapat meliputi granit, magnetit dan *hornblende*. Karena perubahan cuaca di mana akan cepat terjadi pelapukan mekanis dan terjadi sedikit pelapukan kimiawi, mungkin akan ditemui mika, *feldspar* atau *gypsum*, tergantung pada batuan asal.

Secara permeabilitas, pasir merupakan material yang mempunyai permeabilitas tinggi, mudah ditembus air. Kapilaritas pasir dapat dikatakan rendah, sehingga dapat diabaikan. Kekuatan hancur pasir diperoleh dari gesekan antar butiran. Dan berkenaan dengan kekuatan hancur, perlu diperhatikan bahwa pada pasir lepas sedikit tersementasi dapat menyebabkan keruntuhan struktur tanah. Dalam hal kemampuan berdeformasi, pasir bereaksi terhadap beban cepat seperti tertutupnya pori-pori dan padatnya butiran akibat pengaturan kembali. Deformasi atau perubahan bentuk pasir pada dasarnya plastis, dengan beberapa pemampatan elastis yang terjadi di dalam butiran-butiran. Jumlah pemampatan dihubungkan dengan gradasi kerapatan relatif dan besarnya tegangan yang bekerja. Kepekaan dan terjadinya kerapatan pasir disebabkan getaran keras dan material-material yang siap dipadatkan. Kehancuran dapat terjadi pada butiran-butiran pada saat tegangan-regangan yang bekerja relatif rendah.

2.3. Penurunan.

Jika lapisan tanah dibebani, maka tanah akan mengalami penurunan (*settlement*). Penurunan yang terjadi dalam tanah disebabkan oleh berubahnya susunan tanah maupun oleh pengurangan rongga pori/air di dalam tanah tersebut. Jumlah dari penurunan sepanjang kedalaman lapisan merupakan penurunan total tanah. Penurunan akibat beban adalah jumlah total dari penurunan segera dan penurunan konsolidasi. Pada tanah berpasir yang sangat tembus air (*permeable*), air dapat mengalir dengan cepat sehingga pengaliran air pori keluar sebagai akibat dari kenaikan tekanan air pori dapat selesai dengan cepat. Keluarnya air dari dalam pori selalu disertai dengan berkurangnya volume tanah, berkurangnya volume tanah tersebut dapat menyebabkan penurunan lapis tanah itu karena air pori didalam tanah berpasir dapat mengalir keluar dengan cepat, maka penurunan segera dan penurunan konsolidasi terjadi secara bersamaan (Das, 1985).

2.4. Konsolidasi.

Konsolidasi adalah suatu proses pengecilan volume secara perlahan-lahan pada tanah jenuh sempurna dengan permeabilitas rendah akibat pengaliran sebagian air pori. Proses tersebut berlangsung terus-menerus sampai kelebihan tekanan air pori yang disebabkan oleh kenaikan tegangan total benar-benar hilang.

Penambahan beban di atas suatu permukaan tanah dapat menyebabkan lapisan tanah dibawahnya mengalami pemampatan. Pemampatan tersebut disebabkan oleh adanya deformasi partikel tanah, relokasi partikel, keluarnya air atau udara dari dalam pori, dan sebab-sebab lain. (Hardiyatmo, 1995)

2.5. Koefisien Konsolidasi (C_v).

Koefisien pemampatan (av) adalah koefisien yang menyatakan kemiringan kurva $e-p$. Jika tanah dengan volume V_1 mampat sehingga volumenya menjadi V_2 , dan mampatnya tanah dianggap hanya sebagai akibat pengurangan rongga pori.

$$C_v = \frac{0,848H_t^2}{t_{90}} \quad (1)$$

2.6. Indeks Pemampatan (C_c).

Indeks pemampatan, C_c adalah kemiringan dari bagian garis lurus grafik $e-\log p'$. Untuk dua titik yang terletak pada bagian lurus dari grafik. C_c dapat dinyatakan dalam persamaan :

$$C_c = \frac{e_1 - e_2}{\log p_2' - \log p_1'} = \frac{\Delta e}{\log p_2' / p_1'} \quad (2)$$

2.7. Kuat Tekan Bebas.

Kuat tekan bebas merupakan pengujian yang umum dilaksanakan dan dipakai dalam proses penyelidikan sifat – sifat stabilisasi tanah. Disamping pelaksanaanya yang praktis, sampel yang dibutuhkan juga tidak banyak. Percobaan ini dilakukan untuk mengukur daya dukung vertikal tanah pada posisi terbuka (tidak ada tekanan horisontal). Nilai kuat tekan bebas diperoleh dari hubungan nilai regangan dan tegangan tanah yang dilakukan dengan uji UCS. q_u didapat dari pembacaan proving ring dial yang maksimum.

$$q_u = \frac{kxR}{A} \quad (3)$$

3. METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi Pengambilan Sampel.

Sampel tanah yang diuji menggunakan material tanah lempung yang disubstitusi dengan material pasir. Sampel tanah yang digunakan dari desa Belimbing Sari kec. Jabung, Lampung Timur dengan titik koordinat $105^\circ 39' 10.74''T$ dan $5^\circ 31' 44.26''S$. sedangkan pasir yang digunakan sebagai bahan campuran pada penelitian ini yaitu pasir dari daerah Gunung Sugih, Lampung Tengah.

Pengambilan sampel tanah menggunakan tabung besi. Terlebih dahulu membersihkan dan mengupas permukaan tanah lalu tabung ditekan perlahan-lahan sampai kedalaman kira-kira 50 cm, kemudian diangkat kepermukaan sehingga terisi penuh oleh tanah dan ditutup dengan plastik agar terjaga kadar air aslinya. Sampel yang sudah diambil ini selanjutnya digunakan sebagai sampel untuk pengujian awal, dimana sampel ini disebut tanah tidak terganggu. Sedangkan pengambilan sampel untuk tanah terganggu, dilakukan dengan cara penggalan dengan menggunakan cangkul kemudian dimasukkan kedalam karung.

3.2. Pelaksanaan Pengujian.

Pengujian-pengujian sifat fisik tanah yg dilakukan meliputi kadar air, berat volume, berat jenis, batas cair, batas plastis, analisa saringan dan hidrometer (Adha, 2008). Tanah yang telah diketahui karakteristiknya yaitu yang sesuai dengan karakteristik dari tanah lempung akan digunakan dalam pencampuran. Kemudian langkah selanjutnya adalah pelaksanaan pencampuran dari tanah dan pasir. Pada penelitian ini digunakan benda uji dalam 3 variasi campuran yang berbeda yaitu Sampel A, Sampel B, dan Sampel C masing-masing terdiri dari 3 sampel yang bertujuan untuk melihat pengaruh dari jumlah komposisi tanah dan pasir dengan nilai konsolidasi dan kuat tekan dari benda uji. Pencampuran dan pencetakan dilakukan di laboratorium mekanika tanah fakultas teknik universitas lampung. Untuk kebutuhan bahan tanah lempung dan pasir pada masing-masing campuran dimisalkan satu buah benda uji seberat 2500 gram. Adapun pengujian utama yang dilakukan yaitu pengujian pemadatan standar, konsolidasi, dan kuat tekan bebas.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Uji Fisik.

Pengujian sifat fisik tanah adalah sebagai pertimbangan untuk merencanakan dan melaksanakan pembangunan suatu konstruksi. Pengujian sifat fisik tanah ini dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Lampung. Dari hasil pengujian sifat fisik tanah didapatkan nilai-nilai berikut :

Tabel 1. Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah Lempung (*Soft Clay*).

NO.	PENGUJIAN	HASIL UJI	SATUAN
Sampel Tanah Tidak Terganggu			
1	Kadar Air	47,01	%
2	Berat Volume	1,79	gr/cm ³
Sampel Tanah Terganggu			
3	Kadar Air	32	%
4	Berat Jenis	2,584	
5	analisis Saringan		
	a. Lolos Saringan no. 10	98,74	%
	b. Lolos Saringan no. 40	93,80	%
	c. Lolos Saringan no. 200	85,87	%
6	Batas-batas Atterberg		
	a. Batas Cair (<i>Liquid Limit</i>)	90,92	%
	b. Batas Plastis (<i>Plastic Limit</i>)	53,78	%
	c. Indeks Plastisitas (<i>Plasticity Index</i>)	37,1385	%

Hasil Analisis :

Pengujian kadar air tanah asli dilakukan sebanyak tiga sampel dengan jenis tanah yang sama. Dari hasil pengujian Sampel tanah tidak terganngu dapat diambil rata-rata kadar air pada tanah tersebut, sehingga dapat disimpulkan bahwa tanah yang berasal dari Desa Belimbing Sari, Kecamatan Jabung Lampung Timur memiliki kadar air sebesar 47,01 %. Sedangkan pengujian sampel tanah terganggu didapat nilai kadar airnya sebesar 32 %. Sampel tanah terganggu inilah yang selanjutnya digunakan untuk penelitian. Hasil tersebut menunjukkan bahwa tanah tersebut memiliki kandungan air yang cukup tinggi. Berdasarkan pengujian kadar air maka tanah tersebut merupakan tanah lempung lunak yang berkisar antara 30-50%. Berdasarkan hasil pengujian nilai batas plastis (PL) tanah asli adalah sebesar 53,78%, artinya kadar air yang dibutuhkan oleh tanah tersebut untuk

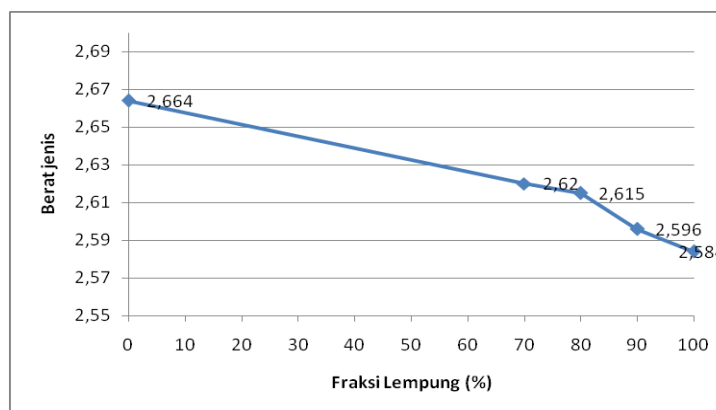
mentransisi tanah dari keadaan semi-padat ke keadaan plastis adalah sebesar 53,78%. Sedangkan hasil pengujian batas cair (LL) tanah asli adalah sebesar 90,92%, artinya kadar air yang dibutuhkan oleh tanah asli tersebut untuk mentransisi tanah dari keadaan plastis ke keadaan cair adalah sebesar 90,92%. Serta nilai indeks plastisitas (PI) sebesar 37,1385%.

4.1.1 Analisa Hasil Pengujian Berat Jenis campuran pasir

Hasil pengujian berat jenis (Gs) yang sudah dilakukan di laboratorium dilakukan dengan pengujian sebanyak dua sampel. Dari pengujian tersebut didapatkan nilai berat jenis sebesar 2,584, kemudian di lakukan pengujian berat jenis tanah asli yang di campur dengan pasir dengan variasi campuran 10%, 20%, dan 30% dengan hasil pengujian seperti berikut :

Tabel 2. Hasil Pengujian Berat Jenis.

Fraksi lempung (%)	Fraksi pasir (%)	Berat jenis
100	0	2,584
90	10	2,596
80	20	2,615
70	30	2,62
0	100	2,664



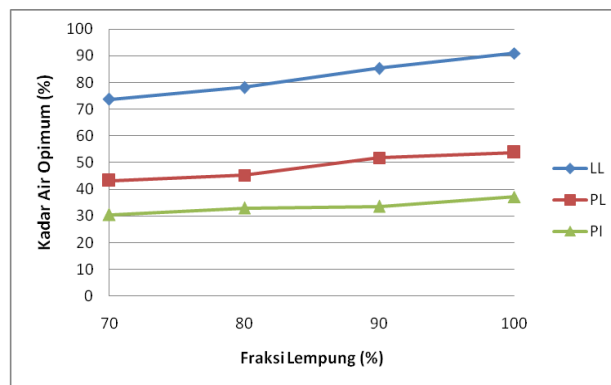
Gambar 1. Grafik Hasil Pengujian Berat Jenis

4.1.2. Uji Batas Atterberg campuran pasir

Batas Atterberg adalah batas plastisitas tanah yang terdiri dari batas atas kondisi plastis disebut batas plastis (*plastic limit*) dan batas bawah kondisi plastis disebut batas cair (*liquid limit*). Adapun hasil pengujian batas Atterberg pada sampel tanah asli dan campuran dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut ini :

Tabel 3. Hasil Pengujian Batas Atterberg.

fraksi lempung (%)	fraksi pasir (%)	LL	PL	PI
100	0	90,92	53,78	37,14
90	10	85,27	51,72	33,55
80	20	78,13	45,25	32,88
70	30	73,66	43,18	30,48



Gambar 2. Grafik Hasil Pengujian Batas Atterberg.

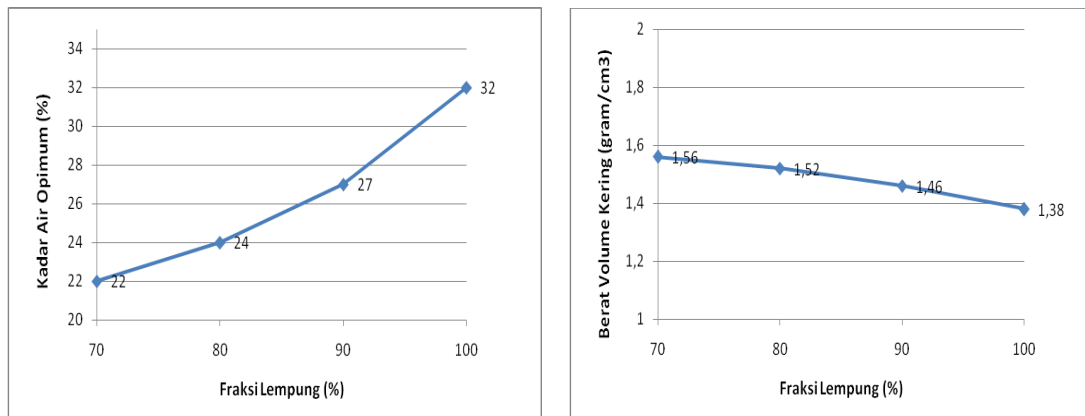
4.2. Data Hasil Pengujian Pemadatan Tanah

Dilakukan pengujian pemadatan tanah ini bertujuan untuk meningkatkan kekuatan tanah dengan cara dipadatkan sehingga rongga-rongga udara pada sampel tanah asli dapat berkurang yang mengakibatkan kepadatan menjadi meningkat. Hal tersebut dilakukan dengan cara memberikan beban yang ditumbuk secara berulang sehingga didapat lah nilai kadar air optimum dan nilai berat isi kering maksimum. Pengujian pemadatan tanah dilakukan dengan menggunakan metode pemadatan standar (*standart proctor*) karena penelitian ini digunakan untuk mengetahui perilaku dari tanah lempung yang nantinya dapat digunakan sebagai referensi atau acuan penelitian berikutnya. Adapun hasil data pengujian pemadatan tanah yang dilakukan di laboratorium dengan metode pemadatan standar (*standart proctor*) didapat nilai kadar air optimum (ω_{opt}) dapat dilihat di tabel 4.4.

Tabel 4. Hasil Uji Pemadatan Standar

Persentase Campuran Pasir	L(0%)	A (10%)	B (20%)	C (30%)
Kadar Air Opimum (%)	32	27	24	2
Berat Volume Kering	1,38	1,46	1,52	1,56

Dari tabel di atas dapat dibuat grafik seperti berikut :



Gambar 3. Grafik Hubungan persentase campuran tanah lempung dengan nilai kadar air optimum dan berat volume kering.

Dari hasil penelitian didapat pola grafik nilai kadar air optimum cenderung linier menurun terlihat pada sampel tanah asli sampai penambahan campuran pasir 30 % nilai kadar air terus turun. Hal ini menunjukkan bahwa setiap penambahan campuran pasir pada tanah lempung menyebabkan nilai kadar air optimumnya semakin menurun. Hal ini disebabkan mengecilnya rongga – rongga antara partikel campuran tanah akibat pencampuran pasir dan tertutupnya mikropori pada tanah lempung oleh pasir sehingga air tidak dapat masuk dalam pori-pori tanah lempung.

Dari hasil penelitian didapat pola grafik nilai berat volume kering cenderung linier meningkat terlihat pada sampel tanah asli sampai penambahan campuran pasir 30 % nilai berat volume kering terus naik. Hal ini menunjukkan bahwa setiap penambahan campuran pasir pada tanah lempung menyebabkan nilai berat volume kering semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena semakin merapatnya jarak antar partikel tanah lebih padat sehingga terjadinya peningkatan berat jenis campuran. Penambahan pasir juga akan menyebabkan mikropori yang ada pada tanah lempung akan ditutupi oleh pasir. Pasir akan mendesak air keluar dari pori sehingga rongga pada tanah lempung yang berisi air akan diganti oleh pasir.

4.3. Klasifikasi Tanah

Berdasarkan hasil pengujian sifat fisik, sampel tanah yang digunakan dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

4.3.1. Sistem Klasifikasi Tanah *Unified Soil Classification System* (USCS)

Berdasarkan nilai persentase lolos saringan No. 200, sampel tanah di atas memiliki persentase lebih besar dari 50%, maka berdasarkan tabel klasifikasi USCS tanah ini secara umum dikategorikan golongan tanah berbutir halus.

Dari tabel sistem klasifikasi USCS untuk data batas cair dan indeks plastisitas didapatkan identifikasi tanah yang lebih spesifik. Dengan merujuk pada hasil yang diperoleh maka tanah berbutir halus yang diuji termasuk kedalam kelompok CH yaitu tanah lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung “gemuk” (*fat clays*). (Craig, 1987)

4.4. Analisa Hasil Pengujian Konsolidasi

4.4.1. Hasil Pengujian Konsolidasi

Nilai kecepatan waktu konsolidasi diperoleh dari grafik penurunan dengan waktu (akar waktu). Dari grafik ini waktu untuk mencapai konsolidasi 90 % (t_{90}) dapat ditentukan.

Nilai-nilai hasil dari grafik konsolidasi pada sampel A, sampel B, dan sampel C dapat dilihat pada tabel :

Tabel 5. Hasil Perhitungan T_{90}

Beban (gr)	500			1000			2000			4000			8000		
Sampel	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Tanah Asli	4,41	6,25	2,89	2,89	5,76	3,24	5,76	7,29	7,29	6,25	7,29	5,76	4,84	4,41	4
Sampel A	2,56	12,25	3,24	4	4,41	1,96	10,24	5,76	5,29	9	6,25	4,41	5,76	6,76	4
Sampel B	3,61	10,89	4	10,24	7,29	5,76	4,84	5,76	5,29	5,76	4,84	3,61	2,89	2,89	4
Sampel C	3,24	9,61	9	4,84	4	3,61	5,29	5,76	4,84	2,89	3,24	2,89	3,61	3,61	3,61

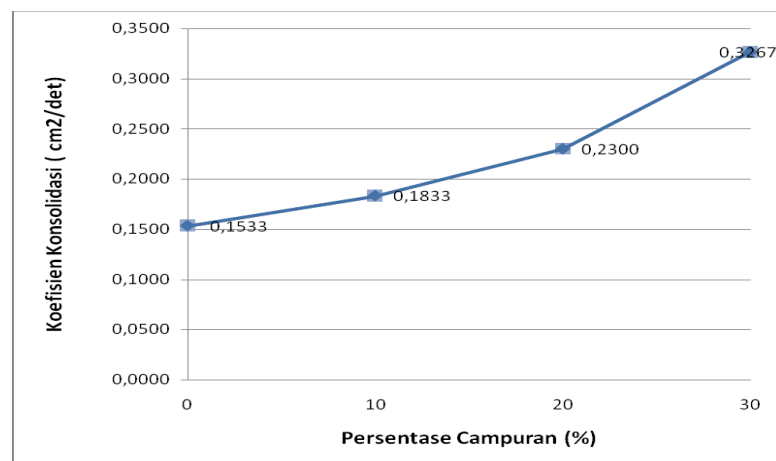
Kurva yang dibentuk pada kertas semi-logaritma (lampiran) dari hasil percobaan konsolidasi di laboratorium menunjukkan bahwa tanah tersebut struktur tanahnya tidak rusak (*Undisturbed*), dan terkonsolidasi secara normal (*Normaly Consolidated*) dengan derajat *sensitivitas* rendah sampai sedang.

Koefisien konsolidasi (C_v) yang diperoleh dari grafik yang terdapat pada lampiran berbanding lurus dengan waktu terjadinya konsolidasi. Semakin besar koefisien konsolidasi, maka konsolidasi akan berlangsung semakin cepat. Berikut hasil dari perhitungan koefisien konsolidasi (C_v) pada tanah asli, sampel a, sampel b, dan sampel c dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 6. Nilai rata-rata Campuran Tanah lempung dan pasir dengan Koefisien Konsolidasi (C_v).

Uraian	Persentase Campuran (%)			
	L (0)	A (10)	B (20)	C (30)
C_v (cm ² /det) Rata-rata	0,1533	0,1833	0,2300	0,3267

Dari tabel di atas dapat dibuat grafik seperti berikut :

Gambar 4. Grafik Hubungan persentase campuran tanah lempung dan pasir nilai koefisien konsolidasi (C_v).

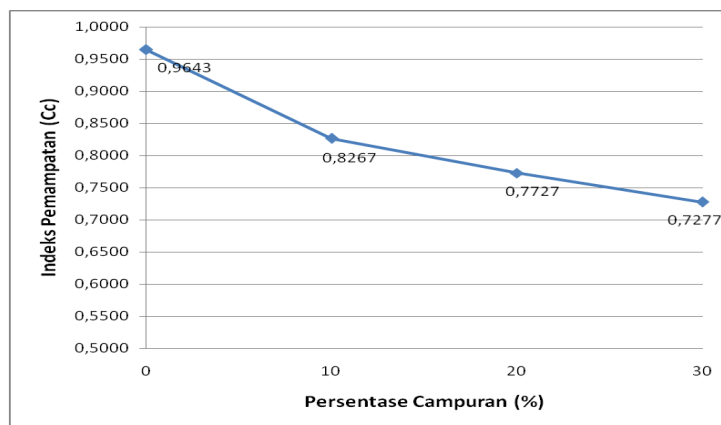
Dari hasil penelitian didapat pola grafik C_v (koefisien konsolidasi) cenderung linier meningkat terlihat pada sampel tanah asli sampai penambahan campuran pasir 30 % nilai koefisien konsolidasi terus naik. Hal ini menunjukkan bahwa setiap penambahan campuran pasir pada tanah lempung menyebabkan nilai koefisien konsolidasi (C_v) semakin meningkat atau waktu penurunannya semakin cepat. Hal ini dikarenakan pasir mempunyai sifat permeabilitas yang tinggi sehingga pada tanah lempung yang dicampur dengan pasir akan lebih mudah di tembus oleh air. Apabila mendapat tekanan dari pembebanan maka air pori dapat mengalir keluar dari dalam tanah dengan cepat sehingga waktu penurunan tanah yang terjadi juga akan semakin cepat seiring bertambahnya persentase campuran pasir.

Nilai indeks pemampatan (C_c) (*Compression Index*) serta koefisien pemampatan (A_v) (*Coefficient of Compression*) berhubungan dengan penurunan konsolidasi. (semakin kecil C_c maka penurunan konsolidasi semakin kecil) sedangkan koefisien pemampatan (A_v) adalah koefisien yang menyatakan kemiringan kurva $e - p'$. Dari hasil perhitungan C_c dapat dihitung dengan rumus : ($C_c = e_0 - e_1 / \log P_2 - P_1$). Sedangkan A_v dapat dihitung dengan rumus : ($a_v = \Delta e / \Delta p$ atau $a_v = e_1 - e_2 / P_2 - P_1$). diperoleh C_c , A_v dapat dilihat pada tabel.

Tabel 7. Nilai rata-rata Campuran Tanah lempung dan pasir dengan Indeks pemampatan (C_c).

Uraian	Persentase Campuran (%)			
	L (0)	A (10)	B (20)	C (30)
C_c Rata-rata	0,9643	0,8267	0,7727	0,727

Dari tabel di atas dapat dibuat grafik seperti berikut :



Gambar 5. Grafik Hubungan persentase campuran tanah lempung dan pasir dengan nilai Indeks Pemampatan (C_c).

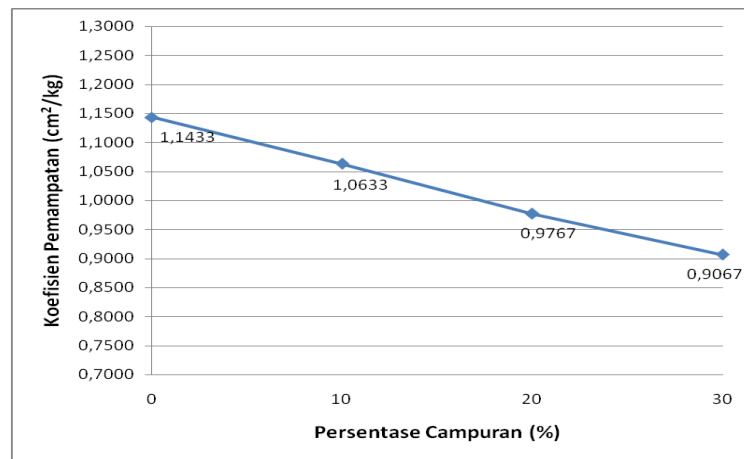
Dari hasil penelitian didapat pola grafik indeks pemampatan (C_c) cenderung linier menurun terlihat pada sampel tanah asli sampai penambahan campuran pasir 30 % nilai indeks pemampatan terus turun. Hal ini menunjukkan bahwa setiap penambahan campuran pasir pada tanah lempung menyebabkan nilai indeks pemampatan semakin menurun atau penurunan tanah yang terjadi semakin kecil. Hal ini dikarenakan pasir mempunyai kemampuan berdeformasi dapat mengisi rongga-rongga pori yang ada pada tanah lempung dan partikel-partikel yang ada pada kedua material tersebut saling mengikat

sehingga struktur tanahnya menjadi lebih padat. Jadi semakin banyak persentase campuran pasir yang ditambahkan maka angka pori yang ada pada tanah lempung tersebut akan semakin berkurang dan ketinggian sampel akan mengalami penurunan. Apabila mendapat tekanan dari pembebanan maka penurunan tanah yang terjadi akan semakin berkurang seiring bertambahnya persentase campuran pasir.

Tabel 8. Nilai rata-rata Campuran Tanah lempung dan pasir dengan Koefisien pemampatan (A_v).

Uraian	Persentase Campuran (%)			
	L (0)	A (10)	B (20)	C (30)
A_v (cm^2/kg) Rata-rata	1,1433	1,0633	0,9767	0,9067

Dari tabel di atas dapat dibuat grafik seperti berikut :



Gambar 6. Grafik Hubungan persentase campuran tanah lempung dan pasir dengan nilai Koefisien Pemampatan (A_v).

Dari hasil penelitian didapat pola grafik koefisien pemampatan (A_v) cenderung linier menurun terlihat pada sampel tanah asli sampai penambahan campuran pasir 30 % nilai koefisien pemampatan terus turun. Hal ini menunjukkan bahwa setiap penambahan campuran pasir pada tanah lempung menyebabkan nilai koefisien pemampatannya semakin menurun atau pemampatan tanah yang terjadi semakin kecil. Hal ini dikarenakan pasir dapat mengisi rongga-rongga dalam tanah lempung sehingga udara dan air keluar dari pori-pori tanah dan apabila mendapat tekanan dari pembebanan maka pemampatan tanah yang terjadi akan semakin kecil seiring bertambahnya persentase pasir.

4.5. Analisa Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas

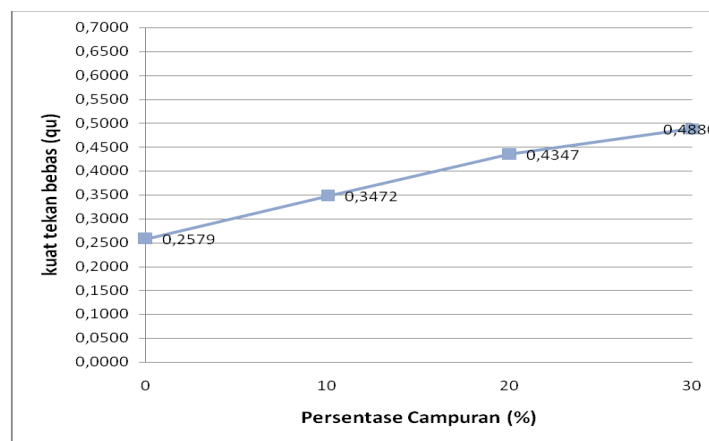
4.5.1. Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas

Percobaan ini dilakukan untuk mengukur daya dukung vertikal tanah pada posisi terbuka (tidak ada tekanan horisontal). Nilai kuat tekan bebas diperoleh dari hubungan nilai regangan dan tegangan tanah yang dilakukan dengan uji UCS. Dari hasil pengujian UCS pada tanah asli di dapatkan nilai regangan dan tegangan seperti pada tabel di bawah ini.

Tabel 9. Nilai rata-rata Campuran Tanah lempung dan pasir dengan Kuat tekan bebas (q_u).

Uraian	Persentase Campuran (%)			
	L (0)	A (10)	B (20)	C (30)
q_u (kg/cm^2) Rata-rata	0,2579	0,3472	0,4347	0,4880

Dari tabel di atas dapat dibuat grafik seperti berikut :



Gambar 7. Grafik Hubungan persentase campuran tanah lempung dan pasir dengan nilai dengan Kuat tekan bebas (q_u).

Dari hasil penelitian didapat pola grafik nilai kuat tekan tanah (Q_u) cenderung linier meningkat terlihat pada sampel tanah asli sampai penambahan campuran pasir 30 % nilai kuat tekannya terus naik. Hal ini menunjukkan bahwa setiap penambahan persentase campuran pasir pada tanah lempung menyebabkan nilai kuat tekan atau daya dukung tanah semakin meningkat. Hal ini dikarenakan pasir mempunyai struktur yang keras dan mampu berdeformasi serta dapat mengisi rongga-rongga pori yang ada dalam tanah sehingga cenderung meningkatkan kepadatan tanah. Jadi kuat tekan tanah atau daya dukung tanah semakin meningkat seiring bertambahnya persentase campuran pasir.

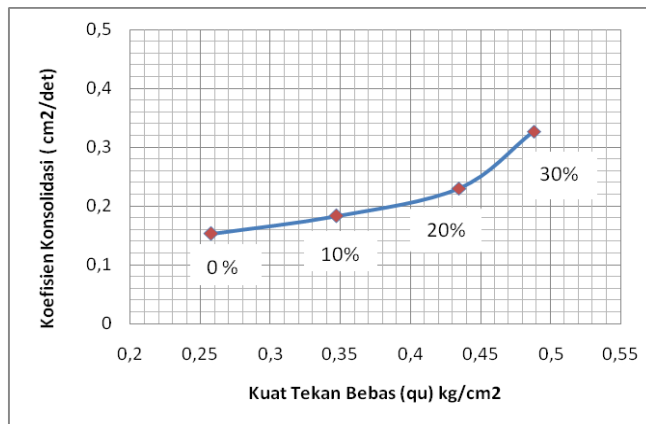
4.6. Hubungan Nilai konsolidasi Dan Kuat tekan bebas

Dari hasil pengujian konsolidasi dan Kuat tekan bebas pada tanah lempung yang di campurkan dengan pasir dapat dilihat hubungan pada kedua nilai hasil pengujian tersebut. Hubungan kedua pengujian tersebut dapat dilihat pada tabel 4.10 :

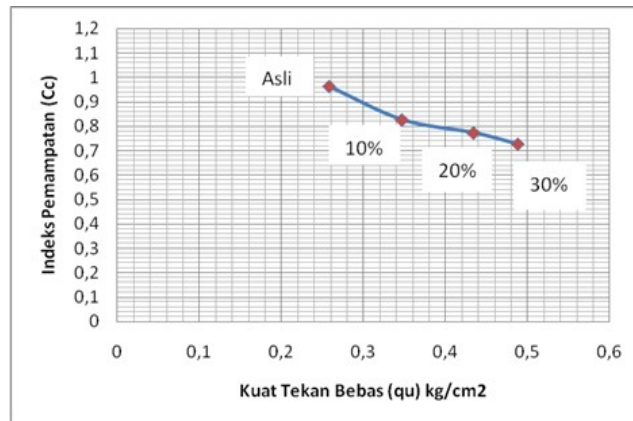
Tabel 10. Hubungan nilai konsolidasi dan kuat tekan bebas.

Uraian	Persentase Campuran (%)			
	0	10	20	30
q_u (kg/cm^2) Rata-rata	0,2579	0,3472	0,4347	0,488
C_v Rata-rata	0,1533	0,1833	0,23	0,3267
C_c Rata-rata	0,9643	0,8267	0,7727	0,7277
A_v Rata-rata	1,1433	1,0633	0,9767	0,906

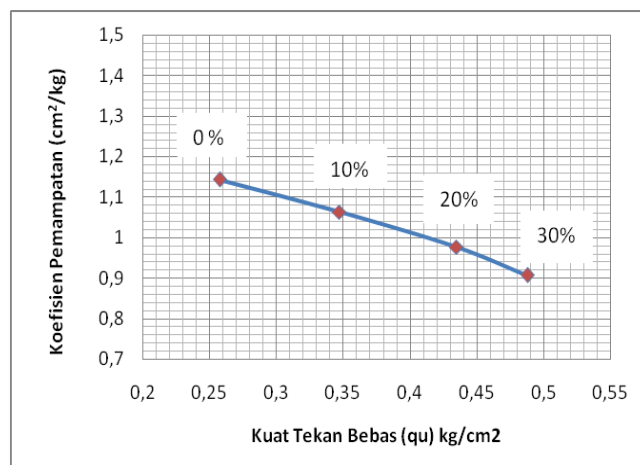
Dari tabel di atas dapat dibuat grafik seperti berikut :



Gambar 8. Grafik hubungan nilai koefisien konsolidasi (C_v) dan pasir dengan nilai dengan nilai kuat tekan bebas (q_u).



Gambar 9. Grafik hubungan kuat tekan bebas (q_u) dengan nilai indeks pemampatan (C_c)



Gambar 10. Grafik hubungan kuat tekan bebas (q_u) dengan nilai koefisien pemampatan (A_v)

Dari grafik di atas dapat dilihat pola hubungan nilai konsolidasi atau penurunan tanah dan nilai kuat tekan bebas pada tanah lempung yang dicampur material pasir cenderung. Hal ini menunjukkan bahwa pada setiap penambahan persentase campuran pasir dapat menyebabkan peningkatan nilai koefisien konsolidasi (C_v) dan penurunan indeks pemampatan (C_c) dan koefisien pemampatan (A_v) yang disebabkan karena pasir dapat mengisi rongga-rongga pori yang ada pada tanah lempung dan partikel-partikel yang ada pada kedua material tersebut saling mengikat sehingga penurunan yang terjadi semakin kecil. Sedangkan terjadi peningkatan pada nilai kuat tekan (Q_u) atau daya dukung pada tanah lempung yang disebabkan karena pasir mempunyai struktur yang keras dan cenderung meningkatkan kepadatan tanah sehingga kuat tekan atau daya dukung tanah mengalami peningkatan seiring bertambahnya persentase campuran pasir. Jadi hubungan nilai konsolidasi atau penurunan tanah dan kuat tekan tanah lempung yang dicampur material pasir yaitu semakin kecil penurunan yang terjadi maka kuat tekan atau daya dukung tanah tersebut semakin kuat.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat dilihat perilaku tanah lempung tanpa campuran pasir dan setelah dicampur dengan material pasir yaitu terjadi peningkatan pada nilai koefisien konsolidasi (C_v), penurunan pada nilai indeks pemampatan (C_c) dan koefisien pemampatan (A_v) serta peningkatan pada nilai kuat tekan (q_u) pada tanah lempung tersebut. Nilai peningkatan dan penurunan yang terjadi dari tanah lempung tanpa campuran dan setelah dicampur variasi campuran 10%, 20%, 30% cenderung stabil. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa hubungan nilai konsolidasi dan kuat tekan tanah lempung yang disubstitusi dengan material pasir yaitu semakin kecil penurunan yang terjadi maka kuat tekan tanahnya akan semakin besar juga.

DAFTAR PUSTAKA

- Adha, Idharmahadi, 2008, *Penuntun Praktikum Mekanika Tanah*.
Bowles, J.E., 1989, *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. Erlangga. Jakarta.
Craig, R.F., 1987, "*Mekanika Tanah*, Edisi Keempat", Erlangga, Jakarta.
Das, B. M., 1985, *Mekanika tanah. (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis). Jilid I*. Penerbit Erlangga. Surabaya.
Terzaghi, K., 1987, *Mekanika Tanah dalam Praktek Rekayasa Edisi Kedua Jilid 1*. Erlangga. Jakarta.
- Hardiyatmo, christady H., 1995, *Mekanika Tanah II*. Erlangga. Jakarta.